

(43) 公開日 平成18年2月9日(2006.2.9)

テーマコード (参考)

2 D O 4 6

A 3H078

Z

B

G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(71) 出願人 504283297

錦昇物産株式会社

兵庫県西宮市今津港町3番27号

(71) 出題人 391002122

調和工業株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番4号

(74) 代理人 100095267

弁理士 小島 高城郎

(74) 代理人 100124176

100124176

弁理士 河合 典子

(74) 代理人 100111604

弁理士 佐藤 卓也

(72) 発明者 磯野 日出夫

兵庫県西宮市今津港町3番27号 錦昇物

産株式会社内

最終頁に続く

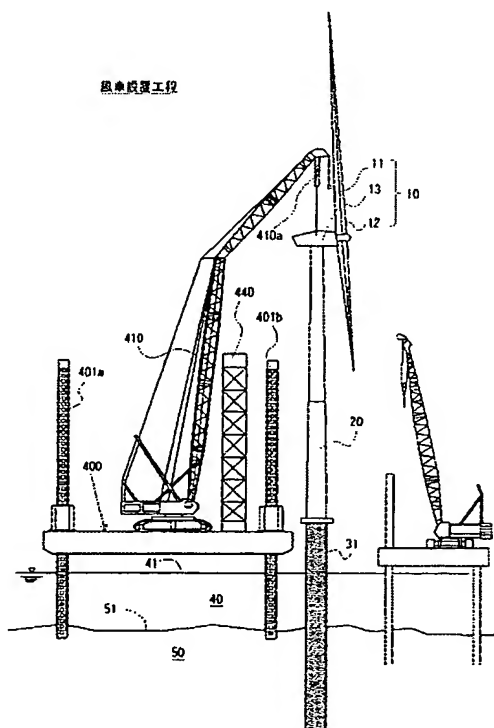
(54) 【発明の名称】 洋上風力発電施設の施工方法

(57) 【要約】

【課題】 モノパイル式基礎による洋上風力発電施設の
施工方法であって、施工性特に施工日数の短縮を図れる
迅速かつ効率的な施工方法を提供する。

【解決手段】 洋上風力発電施設の施工方法において、杭運搬用SEPと、基礎杭打ち用SEPとを、前記発電施設設置箇所の洋上にて固定する第一SEP固定工程と、双方のクローラークレーンを用いてモノパイル式鋼管杭を吊り上げ、位置決め保持装置に挿入し、把持させつつその鉛直精度を調整した後に保持固定し、さらに保持固定を開放させることにより自重により貫入させ、再び保持固定し押し下げ貫入させ、杭打込み装置により把持させた後、所定深度まで貫入させる。

【選択図】 図4C



【特許請求の範囲】

【請求項1】

モノパイル式基礎上にタワー及び風車を設置した洋上風力発電施設の施工方法において

、
第一クローラークレーン、位置決め保持装置及び杭打込み装置を搭載した基礎杭打ち用SEPと、第二クローラークレーンを搭載しかつモノパイル式鋼管杭を積載した杭運搬用SEPとを、前記発電施設の設置箇所の洋上にて固定する第一SEP固定工程と、

前記第一クローラークレーン及び前記第二クローラークレーンの双方を用いて前記モノパイル式鋼管杭を吊り上げる鋼管杭吊り上げ工程と、

前記モノパイル式鋼管杭を前記第一クローラークレーンのみで吊った状態にて前記位置決め保持装置に挿入し、該位置決め保持装置により把持させつつその鉛直精度を調整した後、に保持固定する鋼管杭位置決め工程と、

前記モノパイル式鋼管杭を吊った状態にて前記位置決め保持装置による保持固定を開放させることにより、該モノパイル式鋼管杭を自重により貫入させる鋼管杭自重貫入工程と

、
前記位置決め保持装置により前記モノパイル式鋼管杭を保持固定した状態にて押し下げることににより該モノパイル式鋼管杭を規定の傾斜内となるべく貫入させる鋼管杭把持貫入工程と、

前記第一クローラークレーンを用いて前記杭打込み装置を吊り上げ、該杭打込み装置により前記モノパイル式鋼管杭の天端を把持させた後、前記位置決め保持装置による保持固定を開放させ、該杭打込み装置により該モノパイル式鋼管杭を所定深度まで貫入させる鋼管杭打込み工程とを有することを特徴とする

洋上風力発電施設の施工方法。

【請求項2】

前記鋼管杭打込み工程の後、

第三クローラークレーンを搭載しかつタワーを積載したタワー運搬用SEPを、前記モノパイル式鋼管杭近傍の洋上に固定する第二SEP固定工程と、

前記第三クローラークレーンを用いて前記タワーを前記モノパイル式鋼管杭上に設置するタワー設置工程とをさらに有することを特徴とする

請求項1に記載の洋上風力発電施設の施工方法。

【請求項3】

第四クローラークレーン及び風車仮置き架台を搭載しかつ陸上にて組み立てた風車を該風車仮置き架台上に積載した風車運搬用SEPを、前記モノパイル式鋼管杭近傍の洋上に固定する第三SEP固定工程と、

前記第四クローラークレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程とをさらに有することを特徴とする

請求項2に記載の洋上風力発電施設の施工方法。

【請求項4】

風車仮置き架台、ナセル及びブレードを少なくとも含む風車組立部材を集積する部材集積工程と、

第四クローラークレーンを搭載した風車運搬用SEPを、前記集積した風車組立部材近くの岸壁に仮固定する第三SEP固定工程と、

前記第四クローラークレーンを用いて、前記風車仮置き架台、前記ナセル及び前記ブレードの順に前記風車運搬用SEP上に積み込み、該第四クローラークレーンを用いて該風車仮置き架台上に該ナセル及び該ブレードを組立てることにより一体化した風車とする風車組立工程と、

前記風車を前記風車仮置き架台上に積載した前記風車運搬用SEPを、前記モノパイル式鋼管杭近傍の洋上に固定する第四SEP固定工程と、

前記第四クローラークレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程と

をさらに有することを特徴とする

請求項2に記載の洋上風力発電施設の施工方法。

【請求項5】

前記位置決め保持装置が、パワーケーシングジャッキ又はパワースイングジャッキであることを特徴とする請求項1に記載の洋上風力発電施設の施工方法。

【請求項6】

前記杭打込み装置が、バイブロハンマ、ディーゼルハンマまたは油圧ハンマであることを特徴とする請求項1に記載の洋上風力発電施設の施工方法。

【請求項7】

モノパイル式基礎上にタワー及び風車を設置した洋上風力発電施設の施工方法において

、
前記発電施設の設置箇所に前記モノパイル式基礎及び前記タワーを設置する工程と、
クローラクレーン及び風車仮置き架台を搭載しかつ陸上にて組み立てた風車を該風車仮置き架台上に積載した風車運搬用SEPを、前記モノパイル式基礎近傍の洋上に固定するSEP固定工程と、

前記クローラクレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程とを有することを特徴とする

洋上風力発電施設の施工方法。

【請求項8】

モノパイル式基礎上にタワー及び風車を設置した洋上風力発電施設の施工方法において

、
前記発電施設の設置箇所に前記モノパイル式基礎及び前記タワーを設置する工程と、
風車仮置き架台、ナセル及びブレードを少なくとも含む風車組立部材を集積する部材集積工程と、

クローラクレーンを搭載した風車運搬用SEPを、前記集積した風車組立部材近くの岸壁に仮固定する第一SEP固定工程と、

前記クローラクレーンを用いて、前記風車仮置き架台、前記ナセル及び前記ブレードの順に前記風車運搬用SEP上に積み込み、該クローラクレーンを用いて該風車仮置き架台上に該ナセル及び該ブレードを組立てることにより一体化した風車とする風車組立工程と

、
前記風車を前記風車仮置き架台上に積載した前記風車運搬用SEPを、前記モノパイル式基礎近傍の洋上に固定する第二SEP固定工程と、

前記クローラクレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程とをさらに有することを特徴とする

洋上風力発電施設の施工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、洋上風力発電施設の施工方法に関し、特にモノパイル式基礎工法を用いた洋上風力発電施設の施工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

環境及びエネルギー問題に対する関心が高まる状況下にあつて、地球環境にやさしい、新エネルギー原として、クリーンで再生可能な風力エネルギーを利用する風力発電が有望視されている。太陽光熱によって暖められた地球上の空気は、空気温度の変化をもたらし、空気の運動が引き起こされる。この空気運動が風となる。

【0003】

このように、風力エネルギーは太陽のある限り無限に得られ、太陽光、太陽熱、水力、波力と共に再生可能なエネルギーと呼ばれる。風力発電には、一定で強く安定した風が吹くことが求められる。

【0004】

このような風力発電の発電施設の設置場所として、陸上と洋上のいずれも可能であるが、洋上における風速は陸上と比べて強く、また良好で安定した風が吹くという特長がある。加えて、洋上には障害物が少なく、騒音、電波障害もない。さらに、経済的理由から大型化しつつある風車の機材を運搬設置する施工コストも陸上より洋上の方が少ない。また、大規模な電力消費地帯は沿岸区域に集中しており、その他の電力系設備も沿岸部の方が整備されている傾向がある。このように、洋上は陸上よりも風力発電に有利な条件を備えている。洋上風力発電施設は、多くの国において採用されており、一般的に沿岸から数百m～数kmの距離に設置されている。

【0005】

図5は、従来の種々の洋上風力発電施設の基礎工法を示している。洋上に風力発電施設1を建設する場合、陸上と違って風力、雨等の気象以外に、波浪等の海象によっても種々の制約を受ける。基礎工法には、風力発電施設全体の荷重を安定に支持しかつ暴風や地震に耐え得るための強度と鉛直精度が要求される。尚、基礎の鉛直精度は、 $1/300$ 以内であることが必要とされている。

【0006】

いずれの基礎においても、その上にタワー20が設置され、タワー20の上端には風車10が設置される。タワー20は、風車10を適切な高さに支持するための架台である。風車10は、回転羽根であるブレード11と、ブレード又はその組立部分をローターシャフトに取り付けているハブ12と、動力伝達装置、発電機及び制御装置等を収納するナセル13とを具備する。

【0007】

図5(a)は、ケーソン式(重力式)基礎500による洋上風力発電施設1の概要図である。地盤50に対し必要に応じて地盤改良工を施した後、基礎捨石502を水中40投入し、水底51上で均す。その上にケーソン501を据え付け、ケーソン501の内部に中詰め砂を投入し、周囲をブロックで固定し、ケーソン501を蓋コンクリート503で覆い、ケーソン式基礎を完成する。一般的なケーソン形状は、最大でも縦横10m高さ5m程度である。また、水深3～5m程度の比較的浅い所に設置されることが多い。

【0008】

図5(b1)は、組杭式基礎600による洋上風力発電施設1の概要図である。図5(b2)は、基礎の下面図である。地盤50に対し複数(図示の例では8本)の杭(鋼管杭、コンクリート杭)を均等に配置し、所定深度まで打ち込み、複数の杭の上端に上部コンクリート602を打設し、組杭式基礎を完成する。鋼管杭の場合、例えば、一本の杭の杭径900mm、肉厚14mm程度、杭全長23mである。

【0009】

図5(c)は、モノパイル式基礎30による洋上風力発電施設1の概要図である。地盤50に対し一本の鋼管杭を所定深度まで打ち込むことによりモノパイル式基礎を完成する。鋼管杭は、タワー20の基部(通常約3.5～5m)と同程度の大口径杭となる。肉厚も50mm程度となる場合が多い。水深5～30mの広範囲に適用できる。モノパイル式基礎による施工方法には、例えば特許文献1に記載のものがある。

【0010】

また、従来、基礎工完了後にタワー及び風車を設置する施工方法では、まず、タワー、ナセル、ハブ及びブレードを、それぞれ又は複数のフローティングクレーンの浮体式台船に積載し、台船を現場まで曳航していた。そして、基礎上にタワーを設置した後、ナセル及びハブをタワー上に取付け、最後にブレードをハブに取り付けて完成していた。

【特許文献1】特開2003-293938号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

ケーソン式基礎は、既存工法として実績も多く、信頼性がある。しかしながら、ケーソン製作のために現地作業が他の工法に比べて長期となる。また、基礎に作用する波力が、

設計において支配的であり、水深10m以上の高波浪域では大径の堤体が必要となる。さらに、海底地盤の悪いところでは、不等沈下や偏心傾斜が発生して風車が傾き、発電能力の低下等の影響が生じる。

【0012】

一方、組杭式又はモノパイル式の杭式基礎は、大水深での沖合海洋構造物として実績が多く、信頼性がある。また、設計段階において沈下や傾斜を予め予測でき、風車に及ぼす影響を考慮できる。杭に作用する波圧が小さく、適切な根入れ長を確保しておけば倒壊する危険性は少ない。

【0013】

しかしながら、組杭式基礎では、打設本数が多いため、現地施工の期間が長く気象及び海象に影響されやすい。また、上部コンクリート工の養生に40～50日を要することでも施工期間が長くなる。

【0014】

これに対し、モノパイル式基礎では、大径鋼管杭を採用することにより迅速施工が可能となり、工期を短縮できる。従って、特に台風や地震に対する対策が重要な我が国では、耐震性及び施工性に優れたモノパイル式基礎が好適と考えられる。

【0015】

また、タワー及び風車の基礎への設置についても、従来は全ての機材を現場へ運搬し、現場でタワーと風車の組立て及び設置を行っていたが、このような施工方法では期間を要するために、やはり気象及び海象の影響を受けやすく、施工期間が長くなってしまいう問題があった。

【0016】

以上の現状に鑑み、本発明は、モノパイル式基礎上にタワー及び風車を設置した洋上風力発電施設の施工方法であって、施工性特に施工日数の短縮を図れる迅速かつ効率的な施工方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記の目的を達成すべく、本発明は以下の構成を提供する。

(1) 請求項1に係る洋上風力発電施設の施工方法は、モノパイル式基礎上にタワー及び風車を設置した洋上風力発電施設の施工方法において、

第一クローラークレーン、位置決め保持装置及び杭打込み装置を搭載した基礎杭打ち用SEPと、第二クローラークレーンを搭載しかつモノパイル式鋼管杭を積載した杭運搬用SEPとを、前記発電施設の設置箇所の洋上にて固定する第一SEP固定工程と、

前記第一クローラークレーン及び前記第二クローラークレーンの双方を用いて前記モノパイル式鋼管杭を吊り上げる鋼管杭吊り上げ工程と、

前記モノパイル式鋼管杭を前記第一クローラークレーンのみで吊った状態にて前記位置決め保持装置に挿入し、該位置決め保持装置により把持させつつその鉛直精度を調整した後、に保持固定する鋼管杭位置決め工程と、

前記モノパイル式鋼管杭を吊った状態にて前記位置決め保持装置による保持固定を開放させることにより、該モノパイル式鋼管杭を自重により貫入させる鋼管杭自重貫入工程と、

前記位置決め保持装置により前記モノパイル式鋼管杭を保持固定した状態にて押し下げるることにより該モノパイル式鋼管杭を規定の傾斜内となるべく貫入させる鋼管杭把持貫入工程と、

前記第一クローラークレーンを用いて前記杭打込み装置を吊り上げ、該杭打込み装置により前記モノパイル式鋼管杭の天端を把持させた後、前記位置決め保持装置による保持固定を開放させ、該杭打込み装置により該モノパイル式鋼管杭を所定深度まで貫入させる鋼管杭打込み工程とを有することを特徴とする。

【0018】

(2) 請求項2に係る洋上風力発電施設の施工方法は、請求項1において、前記鋼管杭打

込み工程の後、

第三クローラクレーンを搭載しかつタワーを積載したタワー運搬用SEPを、前記モノパイル式鋼管杭近傍の洋上に固定する第二SEP固定工程と、

前記第三クローラクレーンを用いて前記タワーを前記モノパイル式鋼管杭上に設置するタワー設置工程とをさらに有することを特徴とする。

【0019】

(3) 請求項3に係る洋上風力発電施設の施工方法は、請求項2において、第四クローラクレーン及び風車仮置き架台を搭載しかつ陸上にて組み立てた風車を該風車仮置き架台上に積載した風車運搬用SEPを、前記モノパイル式鋼管杭近傍の洋上に固定する第三SEP固定工程と、

前記第四クローラクレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程とをさらに有することを特徴とする。

【0020】

(4) 請求項4に係る洋上風力発電施設の施工方法は、請求項2において、風車仮置き架台、ナセル及びブレードを少なくとも含む風車組立部材を集積する部材集積工程と、

第四クローラクレーンを搭載した風車運搬用SEPを、前記集積した風車組立部材近くの岸壁に仮固定する第三SEP固定工程と、

前記第四クローラクレーンを用いて、前記風車仮置き架台、前記ナセル及び前記ブレードの順に前記風車運搬用SEP上に積み込み、該第四クローラクレーンを用いて該風車仮置き架台上に該ナセル及び該ブレードを組立てることにより一体化した風車とする風車組立工程と、

前記風車を前記風車仮置き架台上に積載した前記風車運搬用SEPを、前記モノパイル式鋼管杭近傍の洋上に固定する第四SEP固定工程と、

前記第四クローラクレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程とをさらに有することを特徴とする

請求項2に記載の洋上風力発電施設の施工方法。

【0021】

(5) 請求項4に係る洋上風力発電施設の施工方法は、請求項1において、前記位置決め保持装置が、パワーケーシングジャッキ又はパワースイングジャッキであることを特徴とする。

【0022】

(6) 請求項5に係る洋上風力発電施設の施工方法は、請求項1において、前記杭打込み装置が、パイプロハンマ、ディーゼルハンマまたは油圧ハンマであることを特徴とする。

【0023】

(7) 請求項7に係る洋上風力発電施設の施工方法は、モノパイル式基礎上にタワー及び風車を設置した洋上風力発電施設の施工方法において、

前記発電施設の設置箇所に前記モノパイル式基礎及び前記タワーを設置する工程と、

クローラクレーン及び風車仮置き架台を搭載しかつ陸上にて組み立てた風車を該風車仮置き架台上に積載した風車運搬用SEPを、前記モノパイル式基礎近傍の洋上に固定するSEP固定工程と、

前記クローラクレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程とを有することを特徴とする。

【0024】

(8) 請求項8に係る洋上風力発電施設の施工方法は、モノパイル式基礎上にタワー及び風車を設置した洋上風力発電施設の施工方法において、

前記発電施設設置箇所に前記モノパイル式基礎及び前記タワーを設置する工程と、

風車仮置き架台、ナセル及びブレードを少なくとも含む風車組立部材を集積する部材集積工程と、

クローラクレーンを搭載した風車運搬用SEPを、前記集積した風車組立部材近くの岸壁に仮固定する第一SEP固定工程と、

前記クローラクレーンを用いて、前記風車仮置き架台、前記ナセル及び前記ブレードの順に前記風車運搬用SEP上に積み込み、該クローラクレーンを用いて該風車仮置き架台上に該ナセル及び該ブレードを組立てることにより一体化した風車とする風車組立工程と

、
前記風車を前記風車仮置き架台上に積載した前記風車運搬用SEPを、前記モノパイル式基礎近傍の洋上に固定する第二SEP固定工程と、

前記クローラクレーンを用いて前記風車を前記タワー上に設置する風車設置工程とをさらに有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0025】

本発明による洋上風力発電施設の施工方法の特徴は、モノパイル式基礎を構築し、その基礎上にタワー及び風車を設置する施工を、複数の自己昇降式作業台船(Self Elevating Platform: 以下「SEP」と略称する)を用いて行うことにある。

【0026】

波浪のある洋上でのタワー及び風車の設置作業には、従来フローティングクレーンの浮体式台船を用いていたが、波浪の影響により不安定となりがちで作業効率が悪かった。本発明では、四脚式油圧ジャッキアップシステムを有するSEPを使用し、基礎設置箇所でSEPの船体を洋上に持ち上げ固定する。これにより、波浪の影響を受けることなく安定な作業が確保される。

【0027】

モノパイル式基礎とすることにより、設置水深に影響されずに施工することができる。モノパイル式鋼管杭の施工は、第一クローラクレーン、位置決め保持装置及び杭打ち込み装置を搭載した基礎杭打ち用SEPを用いて行う。位置決め保持装置により、モノパイル式鋼管杭の鉛直精度を調整しかつ打ち込み前に一定の貫入を行うことができる。杭打ち込み装置により、モノパイル式鋼管杭を所定深度まで打ち込むことができる。これにより、精確な鉛直精度を確保すると同時に迅速に打ち込みを行うことができる。打ち込み完了により、モノパイル式基礎の施工が完了する。

【0028】

本発明では、タワーをタワー運搬用SEPに積載して現場へ運搬し、モノパイル式基礎上へ設置する。また、本発明では、風波の少ない岸壁近くに仮固定した風車運搬用SEP上にナセル、ハブ及びブレードを予め風車の形状に一体化しておき、これを風車運搬用SEPに積載して現場へ運搬し、タワー上に風車を設置する。これにより、現場にて迅速な作業が可能となる。

【0029】

上記の通り、本発明の洋上風力発電施設の施工方法は、施工日数を短縮した迅速な施工を実現するものであり、気象、海象等の条件による施工性の制約を大幅に低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明による洋上風力発電施設の施工方法により設置されたモノパイル式基礎30の概要図である。日本近海の洋上は、台風の通路であり、また冬期の季節風は10～15m/s程度と想定される。モノパイル式基礎は、このような激浪条件に耐え得る基礎構造である。以下、本発明を、発電規模が2.0～2.5MWクラスの機種、設置水深が5～30m程度の風力発電施設を実施例として説明する。

【0031】

図1に示す通り、モノパイル基礎30は、モノパイル式鋼管杭31の下端を支持層70に達するまで打ち込むことにより形成される。モノパイル基礎30を設置する地盤は、例えば、水底51を構成する地盤最上層50が砂質土層であり、その下層に例えば粘土層60が存在し、その下に支持層70が存在する。支持層70は、硬い頑丈な地盤であり、気

象、海象等の諸条件下において風力発電施設全体の荷重に耐えられるだけの地盤強さをもった地盤である。モノパイル式鋼管杭31の上端は水面41より上方に突出する。モノパイル式鋼管杭31の上端上にタワー20の基部が設置される。さらに、モノパイル式鋼管杭31の上端には、タワー設置用あるいは発電施設の維持管理用の足場施設も設けられる。

【0032】

図2A～図2Fは、本発明による洋上風力発電施設の施工方法のうち、洋上の施工現場でのモノパイル基礎の施工方法を工程順に示す概略図である。

【0033】

まず、洋上の施工現場での施工に先立つ前工程について説明する。タワーの基部は、約3.5～5m程度であるため、モノパイル式鋼管杭もまたこれと同程度の直径3～5mの大口径杭となり、また設計条件により、板厚も50mm程度となる場合が多い。円筒形状であるモノパイル式鋼管杭は、鋼板をロールベンド又はプレスベンド方式で加工し、端部を溶接した巻板構造物を、設計長さに合わせて溶接継ぎして製作する。製作にあたっては、材料及び部品（鋼板、溶接材料、塗料等）並びに製作仕様（原寸、部材加工、組立、溶接、出荷）を記載した製作要領書を作成し、これに基づき製作する。尚、モノパイル製作時点で、上端にタワーを設置するための取付治具を設ける場合がある。取付治具には、タワー設置高さ調整機能を持たせる場合もある。

【0034】

図2Aは、モノパイル式鋼管杭31の吊り上げ工程を示す概略図である。

上記のように製作されたモノパイル式鋼管杭31は、通常の鋼管杭に比べて重量があるため、陸上運搬及び洋上運搬において効率的な手段を考慮する。陸上運搬手段により、陸上岸壁までモノパイル式鋼管杭31を輸送する。洋上運搬には、図2Aに示す杭運搬用SEP200を用いる。まず、岸壁近くに杭運搬用SEP200を仮固定し、杭運搬用SEP200にモノパイル式鋼管杭31を積み込む。そして、杭運搬用SEP200は、モノパイル式鋼管杭31を積載して洋上の施工現場へと移動する。尚、本発明で用いるSEPは、曳送式でも自走式でもよい。一方、杭運搬用SEP200とは別に、基礎杭打ち用SEP100を施工現場へ移動させる。

【0035】

波浪のある洋上での風力発電施設の据え付け作業には、フローティングクレーンの浮体式台船では施工不可能であり、波浪等に影響されないSEPを用いてSEP上に搭載したクローラークレーンを用いて施工する必要がある。本発明の施工方法では、個別の役割をもった複数のSEPを、一連の施工工程を実施するための一船団として利用する。

【0036】

基礎杭打ち用SEP100は、台船の四隅に鉛直方向に延びる四本の脚すなわちレグ101a、101b等を具備し、各レグは油圧ジャッキアップシステムにより昇降自在である。この油圧ジャッキアップシステムにより台船を洋上に持ち上げ、所定の位置で固定することができる。基礎杭打ち用SEP100の大きさは、例えば、長さ45m、幅25m、深さ4mである。ジャッキアップシステムの押上力は、例えば、3000トンである。本発明の基礎杭打ち用SEP100の台船上には、第一クローラークレーン110、位置決め保持装置120及び杭打ち込み装置130が搭載されている。クローラークレーンは、クローラベルト（履帯）を装備した台車の上にクレーン装置を架装したクレーンである。第一クローラークレーン110は、例えば、500～700トンの定格総荷重を有する。杭打ち込み装置130は、施工の中間工程で使用されるので、施工開始時には杭打ち込み装置架台130a上に載置されている。

【0037】

杭運搬用SEP200は、基礎杭打ち用SEP100と同様に、台船の四隅に鉛直方向に延びる四本の脚すなわちレグ201a、201b等を具備し、各レグは油圧ジャッキアップシステムにより昇降自在である。杭運搬用SEP200の大きさは、例えば、長さ40m、幅21m、深さ3.3mである。ジャッキアップシステムの押上力は、例えば、30

00トンである。本発明の杭運搬用SEP200の台船上には、第二クローラークレーン210が搭載されている。第二クローラークレーン210は、例えば、150～300トンの定格総荷重を有する。

【0038】

図2Aに示す通り、先ず、風力発電施設の設置予定箇所を間に挟んで、基礎杭打ち用SEP100と杭運搬用SEP200とを向かい合わせ、それぞれのレグを調整して各SEPを洋上に持ち上げ固定する。このとき、基礎杭打ち用SEP100に搭載された位置決め保持装置120がモノパイル式鋼管杭31の打設位置の真上の洋上に位置するように、基礎杭打ち用SEP100を固定する。

【0039】

次に、基礎杭打ち用SEP100上の第一クローラークレーン110の吊り具110aと、杭運搬用SEP200上の第二クローラークレーン210の吊り具210a双方を、杭運搬用SEP200上に積載されたモノパイル式鋼管杭31に取付ける。そして、第一クローラークレーン110と第二クローラークレーン210の双方を用いて、モノパイル式鋼管杭31を相吊りし、打設位置の真上に吊り上げる。従って、モノパイル式鋼管杭31は、基礎杭打ち用SEP100上の位置決め保持装置120の真上において軸を鉛直方向と平行にした状態で吊り上げられる。吊り上げ後、杭運搬用SEP200のクローラークレーン210の吊り具210aをモノパイル式鋼管杭31から取り外す。これにより、モノパイル式鋼管杭31は、第一クローラークレーン110のみで吊られた状態となる。

【0040】

図2Bは、モノパイル式鋼管杭31の位置決め工程を示す概略図である。モノパイル式鋼管杭31を第一クローラークレーン110のみで吊った状態にて位置決め保持装置120に挿入し、位置決め保持装置120によりモノパイル式鋼管杭31を把持しつつ位置決めをする。位置決めにおいては、モノパイル式鋼管杭31の鉛直精度を1/300以内とするように調整する。この調整後、位置決め保持装置120によりモノパイル式鋼管杭31を一旦固定する。これにより、モノパイル式鋼管杭31は、その打設位置にて鉛直方向に保持固定される。

【0041】

ここで、位置決め保持装置120は、例えば、パワーケーシングジャッキ又はパワースイングジャッキである。パワーケーシングジャッキ又はパワースイングジャッキは、パワージャッキに強力な回転装置又は揺動装置を組み込んだ装置、あるいは、鉛直方向の圧入力を備えた押込み装置であって、鋼管杭等の大口径管体の圧入及び引き抜き作業をより効率的に行うことができる施工装置である。例えば、パワーケーシングジャッキ又はパワースイングジャッキは、その中央に設けられた貫通孔に鋼管杭を挿通させてその外周面上を把持固定し、その状態で鋼管杭を回転又は揺動させつつ押し下げることにより、あるいは回転等をさせることなく押し下げることにより鋼管杭を圧入することができる。

【0042】

図2Cは、モノパイル式鋼管杭31の自重貫入工程を示す概略図である。この工程では、位置決め保持装置120によるモノパイル式鋼管杭31の保持固定を開放させる。尚、この時点ではモノパイル式鋼管杭31は、未だ第一クローラークレーン110により吊られた状態である。位置決め保持装置120から開放することにより、モノパイル式鋼管杭31を自重により貫入させる。

【0043】

図2Dは、モノパイル式鋼管杭31の保持貫入工程を示す概略図である。この工程は、図2Cに示した自重貫入工程が困難となった時点で行う。再び、位置決め保持装置120によりモノパイル式鋼管杭31を保持固定し、その状態にて位置決め保持装置120がモノパイル式鋼管杭31を押し下げることによりモノパイル式鋼管杭31をさらに貫入させる。このとき、位置決め保持装置120は、ジャッキアップされて固定されている基礎杭打ち用SEP100を反力として、モノパイル式鋼管杭31を押し下げる。この貫入工程では、モノパイル式鋼管杭31の鉛直精度が規定の傾斜内となるように調整しつつ貫入さ

せる。規定の傾斜内とは、好適には、 $1/300$ 内の傾斜である。位置決め保持装置120による貫入が限界となる前に、再度、モノパイル式鋼管杭31の鉛直精度を確認する。位置決め保持装置120による貫入が限界に達して停止した後、基礎杭打ち用SEP100の第一クローラークレーン110の吊り具110aをモノパイル式鋼管杭31から取り外す。

【0044】

図2Eは、モノパイル式鋼管杭31の打込み工程を示す概略図である。第一クローラークレーン110の吊り具110aを杭打ち込み装置130へ取り付け吊り上げ、モノパイル式鋼管杭31の天端まで運ぶ。さらに、杭打ち込み装置130によりモノパイル式鋼管杭31の天端を把持させる。ここで、図3は、杭打ち込み装置130がバイプロハンマである実施例における、打込み工程の状況を示す外観図である。基礎杭打ち用SEP100の略長方形台船の短い方の縁部から位置決め保持装置120の取付部100aが突出している。位置決め保持装置120の取付部100aは、基礎杭打ち用SEP100の台船部分から突出させた形状の方がより安定である。モノパイル式鋼管杭31の天端31aは、バイプロハンマ130のチャック130bにより把持されている。

【0045】

そして、位置決め保持装置120によるモノパイル式鋼管杭31の保持固定を開放した後、杭打ち込み装置130を起動させ、モノパイル式鋼管杭の打ち込みを開始する。図3を参照すると、位置決め保持装置120によるモノパイル式鋼管杭31の保持固定は、バンド120aを締結及び解除することで行うことができる。この打込み工程により、モノパイル式鋼管杭31を所定深度まで貫入させる。所定深度は、モノパイル式鋼管杭31の下端が支持層に達する深度である。

【0046】

ここで、杭打ち込み装置130は、バイプロハンマ、ディーゼルハンマ、油圧ハンマ等であり、打撃工法における基礎杭打ち込み用装置であればいずれも用いることができる。一般的に直径2mを超える大口径杭を打設するには、油圧ハンマによる打撃工法が用いられ、杭の打ち込み抵抗に十分打ち勝つだけの有効エネルギーを有するハンマを使用しなければならない。

【0047】

図2Fは、モノパイル式鋼管杭31の打込み工程を完了した状態を示す概略図である。打込み完了後は、杭打ち込み装置130をモノパイル式鋼管杭31の天端から取り外し、杭打ち込み装置130を第一クローラークレーン110で吊り上げてモノパイル式鋼管杭31から降ろし、再び、図3に示す杭打ち込み装置架台130a上に載置させる。

【0048】

以上の図2A～図2Fに示した工程により、洋上風力発電施設のモノパイル式基礎の施工を完了する。

【0049】

図4Aは、洋上風力発電施設のタワー設置工程を示す概略図である。タワー20は、通常、3～4本の組立部材20a、20b等に分割されている。タワーの設置工程では、先ず、陸上岸壁にタワーの組立部材20a、20b等を集積し、タワー運搬用SEP300を岸壁近くに仮固定してタワーの組立部材20a、20b等を積み込む。そして、タワー運搬用SEP300は、タワーの組立部材を積載して施工現場まで曳航されるか又は自走する。施工現場では、前述の図2A～図2Fに示した基礎施工工程によりモノパイル式鋼管杭31の打込みが完了している。モノパイル式鋼管杭31の天端は、洋上に突出した状態である。タワー運搬用SEP300は、前述の基礎杭打ち用SEP100と同様のSEPであり、台船の四隅に鉛直方向に延びる四本の脚すなわちレグ301a、301B等を具備し、各レグは油圧ジャッキアップシステムにより昇降自在である。また、第三クローラークレーン310を搭載している。

【0050】

施工現場において、タワー運搬用SEP300を、モノパイル式鋼管杭31の近傍の洋

上にジャッキアップして固定する。その後、第三クローラクレーン310を用いてタワーの組立部材20a、20b等を、順次、吊り具310aに取付けて吊り上げ、モノパイル式鋼管杭31上に設置していく。

【0051】

図4Bは、陸上岸壁近くで行う風車組立工程を示す概略図である。図4Cは、洋上風力発電施設の風車設置工程を示す概略図である。風車の設置は、夏期の台風及び冬期の季節風による波浪の強い時期の設置は控え、通常期でも風が吹く中での設置は十分に配慮して設置する必要がある。通常、風車は、タワー設置後に、ナセル（ハブを含む）、3枚のブレードの順に組み立てていく。しかしながら、常に風が吹く日本近海の洋上では、ブレードの据え付けが困難になることが予想される。

【0052】

そこで、本発明では、洋上での風車の組立てにおいて、タワー設置後に、予めナセル（ハブを含む）とブレードを一体化した風車をタワー上に取り付ける施工方法を採用した。ナセルとブレードの一体化組立施工は、風波の少ない岸壁の近くに仮固定した風車運搬用SEP400上で行う。

【0053】

風車運搬用SEP400は、前述の基礎杭打ち用SEP100等と同様に、台船の四隅に鉛直方向に延びる四本の脚すなわちレグ401a、401b等を具備し、各レグは油圧ジャッキアップシステムにより昇降自在である。風車運搬用SEP400の大きさは、例えば、長さ40m、幅21m、深さ3.3mである。風車運搬用SEP400の台船上には、第四クローラクレーン410が搭載されている。第四クローラクレーン410は、例えば、300トンの定格総荷重を有する。さらに、風車運搬用SEP400の台船上には、風車仮置き架台440が搭載されている。

【0054】

図4Bに示す風車組立工程では、先ず、陸上岸壁90に風車の組立部材（風車仮置き架台440、ナセル13、ハブ12、ブレード11等）を集積する。次に、風車運搬用SEP400を、集積した部材の近くの岸壁90にジャッキアップして仮固定する。そして、第四クローラクレーン410を用いて、風車仮置き架台440を積み込み、風車運搬用SEP400上に設置する。次に、第四クローラクレーン410を用いて、ナセル13（ハブ12を含む）、ブレード11の順に積み込む。続いて、第四クローラクレーン410を用いて風車仮置き架台440上にナセル13及びブレード11を組立てることにより、一体化した風車10を完成させる。その後、一体化した風車10を風車仮置き架台440上に積載した状態で、風車運搬用SEP400を施工現場まで移動させる。

【0055】

図4Cの風車設置工程に示す通り、施工現場では、既にタワー設置工程まで完了している。施工現場において、風車運搬用SEP400を、モノパイル式鋼管杭31及びタワー20の近傍の洋上にジャッキアップして固定する。その後、第四クローラクレーン410を用いて、一体化した風車10を吊り上げ、タワー20上に設置する。

【0056】

尚、上記の図4Aのタワー設置工程と、図4B及び図4Cの風車の組立及び設置工程とを、ほぼ同時に進行させてもよい。例えば、岸壁に各SEP300及び400の双方を仮固定して、それぞれのSEPへの部材の積み込み及び風車の組立を行った後、双方のSEP300及び400を施工現場へ移動させる。その後、タワー運搬用SEP300により図4Aに示すタワー設置工程を行った後、風車運搬用SEP400により図4Bに示す風車設置工程を行う。

【0057】

以上に説明した本発明の洋上風力発電施設の施工方法に用いる種々のSEPについては、各施工工程におけるそのSEPの機能に基づいてそれぞれ上記のように呼称しているが、必ずしも全てのSEPを個別に準備する必要はない。すなわち、一つのSEPで複数のSEPの機能を兼用することもできる。具体的には、搭載するクローラクレーンの性能及

び台船の大きさを、兼用できるように適宜選択すると共に、施工スケジュールを考慮することにより、必要に応じて一つのSEPを兼用することができる。例えば、タワー設置工程、風車組立工程及び風車設置工程を順次行う場合は、タワー運搬用SEPと風車運搬用SEPを一つのSEPで兼用することができる。また別の例では、杭運搬用SEPと、タワー運搬用SEPと、風車運搬用SEPとを一つのSEPで兼用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明による洋上風力発電施設の施工方法により設置されたモノパイル式基礎の概要図である。

【図2A】モノパイル式鋼管杭の吊り上げ工程を示す概略図である。

【図2B】モノパイル式鋼管杭の位置決め工程を示す概略図である。

【図2C】モノパイル式鋼管杭の自重貫入工程を示す概略図である。

【図2D】モノパイル式鋼管杭の保持貫入工程を示す概略図である。

【図2E】モノパイル式鋼管杭の打込み工程を示す概略図である。

【図2F】モノパイル式鋼管杭31の打込み工程を完了した状態を示す概略図である。

【図3】杭打ち込み装置がパイプロハンマである実施例における打ち込み工程の状況を示す外観図である。

【図4A】風力発電施設のタワー設置工程を示す概略図である。

【図4B】陸上岸壁近くでの風車組立工程を示す概略図である。

【図4C】風力発電施設の風車設置工程を示す概略図である。

【図5】洋上風力発電施設の従来の種々の基礎工法を示す概略図である。

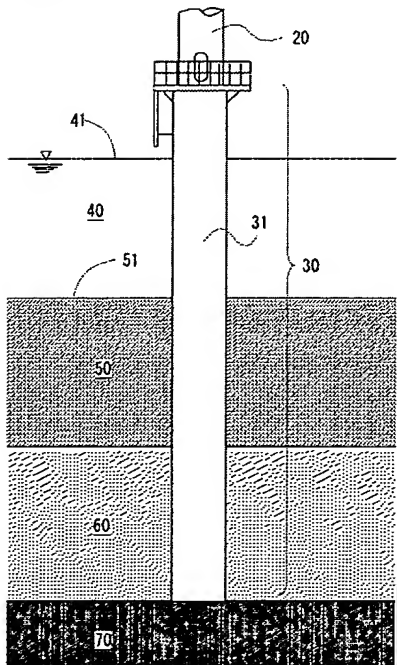
【符号の説明】

【0059】

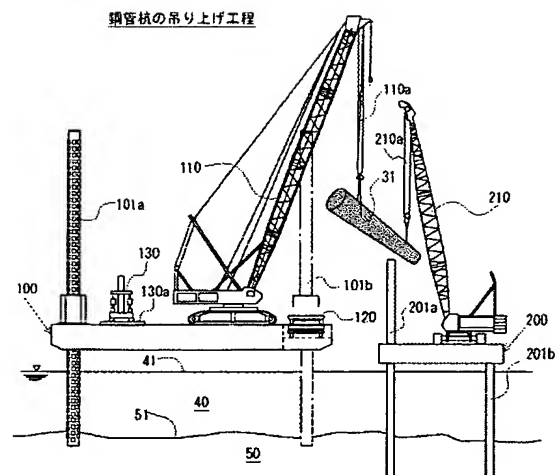
- 1 洋上風力発電施設
- 10 風車
- 11 ブレード
- 12 ハブ
- 13 ナセル
- 20 タワー
- 20a、20b タワー組立部材
- 30 モノパイル式基礎
- 31 モノパイル式鋼管杭
- 40 水中
- 41 水面
- 51 水底
- 50 地盤最上層（砂質土層）
- 60 粘性土層
- 70 支持層
- 90 岸壁
- 100 基礎杭打用SEP
- 101a、101b、101c、101d レグ
- 110 第一クローラクレーン
- 110a 吊り具
- 120 位置決め保持装置（パワースイングジャッキ等）
- 130 鋼管杭打込み装置（パイプロハンマ等）
- 130a 鋼管杭打込み装置架台
- 130b チャック
- 200 杭運搬用SEP
- 201a、201b レグ
- 210 第二クローラクレーン

- 210a 吊り具
- 300 タワー運搬用SEP
- 301a、301b レグ
- 310 第三クローラクレーン
- 310a 吊り具
- 400 風車運搬用SEP
- 401a、401b レグ
- 410 第四クローラクレーン
- 410a 吊り具
- 440 風車仮置き架台
- 500 ケーソン式基礎
- 501 ケーソン
- 502 基礎捨石
- 503 蓋コンクリート
- 600 組杭式基礎
- 601 組杭
- 602 上部コンクリート

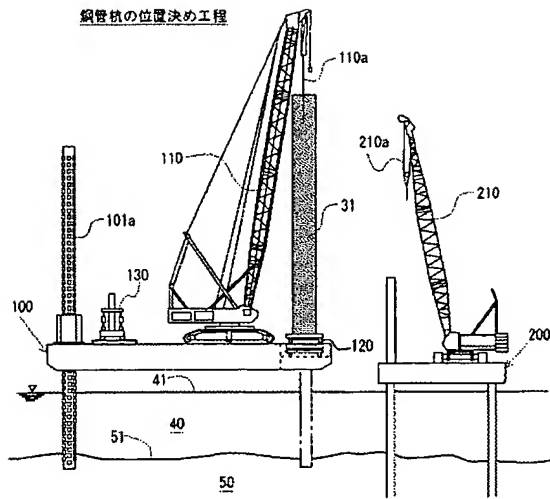
【図1】



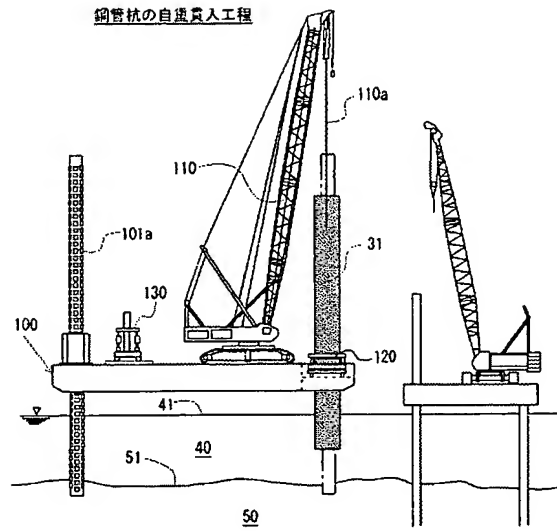
【図2A】



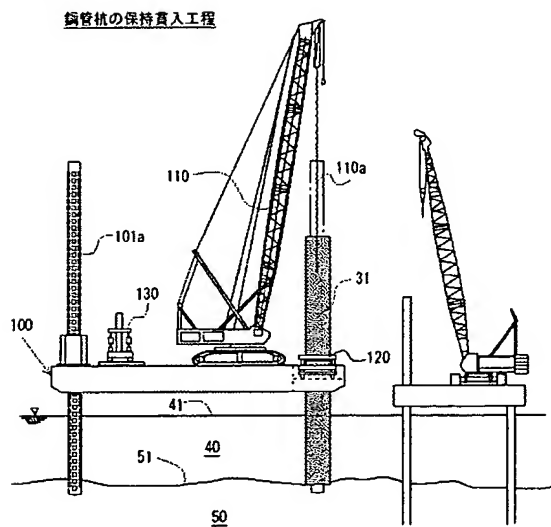
【図2B】



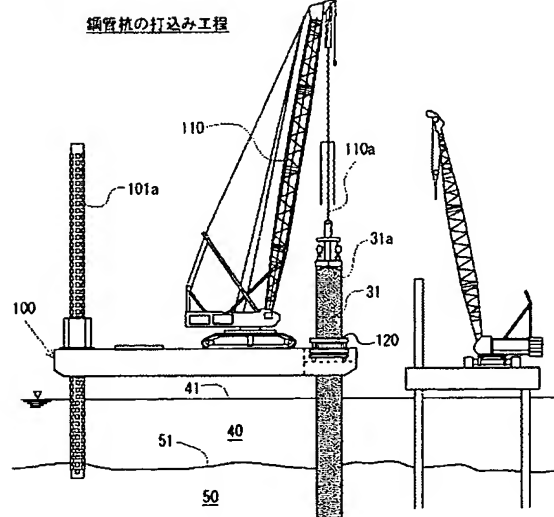
【図2C】



【図2D】

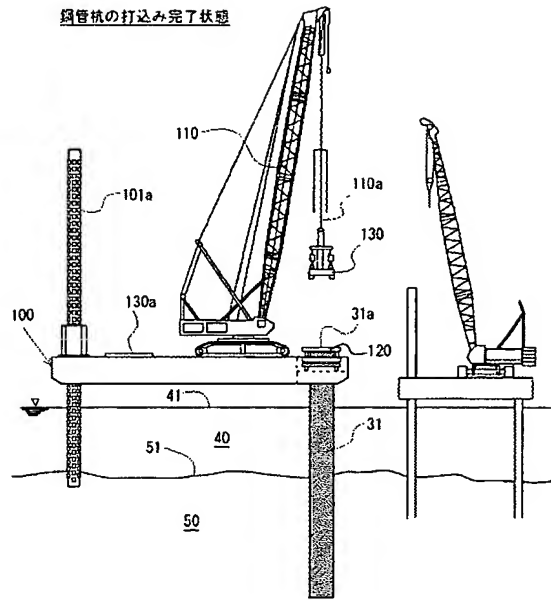


【図2E】

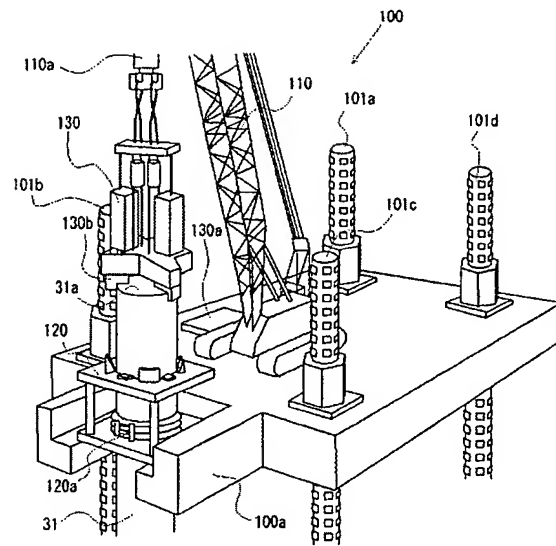


【図2F】

鋼管杭の打込み完了状態

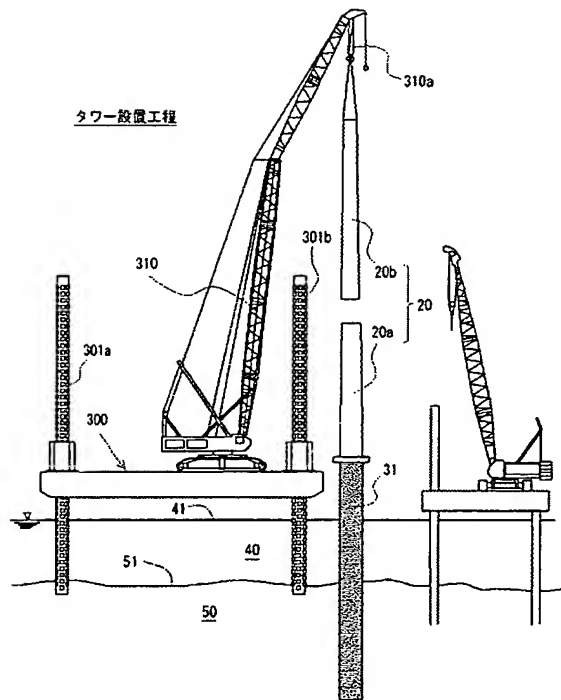


【図3】



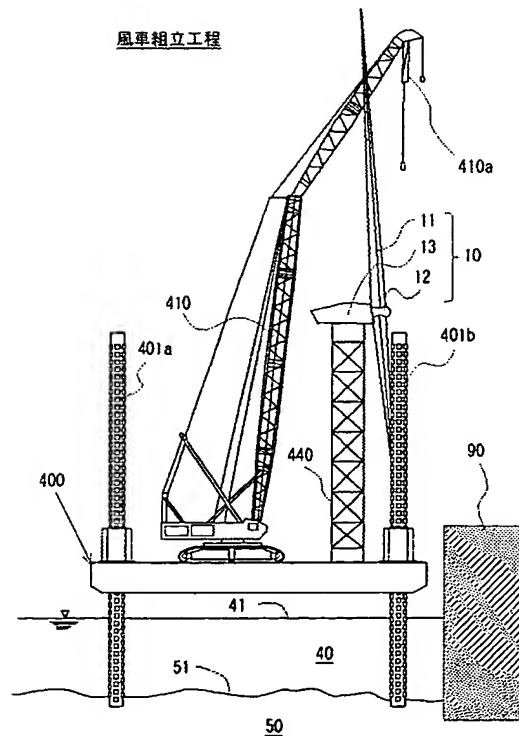
【図4A】

タワー設置工程

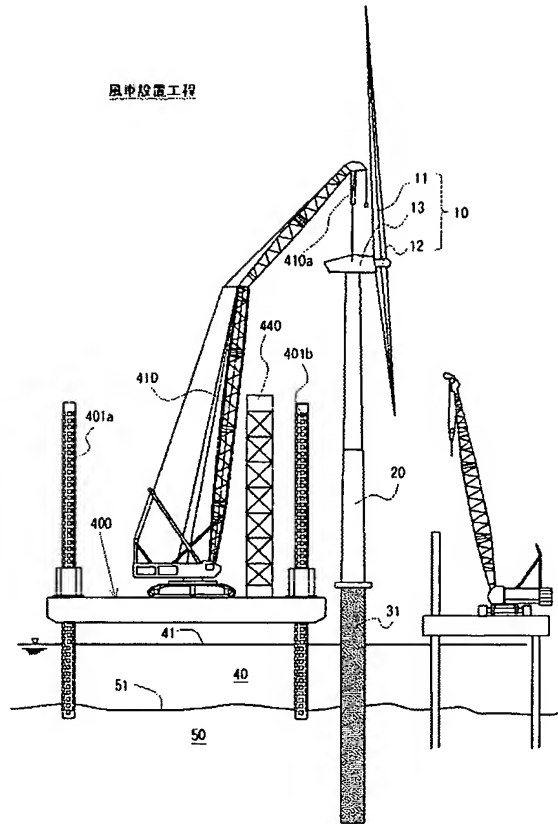


【図4B】

風車組立工程

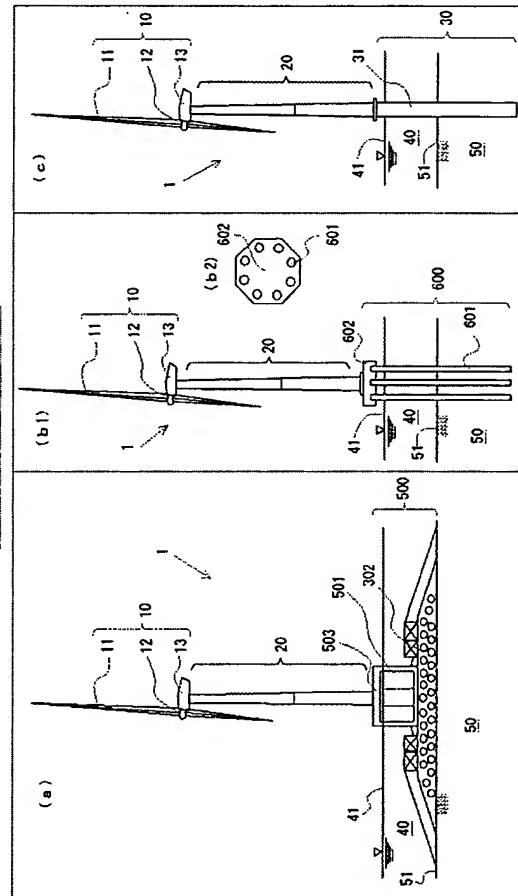


【図4C】



【図5】

洋上風力発電施設の種々の基礎工法



(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

F 0 3 D 11/04

A

(72)発明者 緒方 敏之

兵庫県西宮市今津港町3番27号 錦昇物産株式会社内

(72)発明者 福田 和明

兵庫県西宮市今津港町3番27号 錦昇物産株式会社内

(72)発明者 鈴木 勇吉

東京都品川区大崎1丁目6番4号 調和工業株式会社内

(72)発明者 横山 博康

東京都品川区大崎1丁目6番4号 調和工業株式会社内

Fターム(参考) 2D046 CA08 DA05 DA31

3H078 AA02 AA11 AA26 BB19 BB20 BB21 CC22 CC47

(11)Publication number : 2006-037397
(43)Date of publication of application : 09.02.2006

E02D 27/16 (2006. 01)
E02D 27/32 (2006. 01)
E02D 27/42 (2006. 01)
F03D 9/00 (2006. 01)
F03D 11/04 (2006. 01)

(72)Inventor : **ISONO HIDEO**
OGATA TOSHIYUKI
FUKUDA KAZUAKI
SUZUKI YUKICHI
YOKOYAMA HIROYASU

SOLUTION: This construction method of an offshore wind power generation facility comprises a first SEP fixing process of fixing a pile carrying SEP and a foundation piling SEP on the ocean of a generation facility setting position; and steps of lifting and inserting a mono-pile steel pipe pile to a positioning holding device by use of both crawler cranes, holding and fixing the pile after adjusting the vertical accuracy in a held state, making the pile penetrate by dead weight by releasing the holding fixation, pushing down the pile in a state that it is held and fixed again, thereby making the pile penetrate, and holding the pile by a pile driver to make the pile penetrate to a predetermined depth.

